

Mapa de Biomassa Seca acima do Solo da Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda, Município de Feijó, Estado do Acre



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Acre
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 163

**Mapa de Biomassa Seca acima do Solo
da Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda,
Município de Feijó, Estado do Acre**

*Marcus Vinicio Neves d'Oliveira
Antônio Willian Flores de Melo
Eufran Ferreira do Amaral
Moacir Haverroth*

***Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2020***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Acre

Rodovia BR-364, km 14,
sentido Rio Branco/Porto Velho
Caixa Postal 321, CEP 69900-970, Rio Branco, AC
Fone: (68) 3212-3200, Fax: (68) 3212-3285
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Acre

Presidente
Elias Melo de Miranda

Secretária-Executiva
Claudia Carvalho Sena

Membros
*Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis
Bergo, Evandro Orfanó Figueiredo, Rivaldave
Coelho Gonçalves, Rodrigo Souza Santos,
Romeu de Carvalho Andrade Neto, Tádario
Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos, Virginia
de Souza Álvares*

Supervisão editorial e revisão de texto
Claudia Carvalho Sena, Suely Moreira de Melo

Normalização bibliográfica
Renata do Carmo França Seabra

Editoração eletrônica e tratamento das
ilustrações
Francisco Carlos da Rocha Gomes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Moacir Haverroth

1ª edição
On-line (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Acre

Mapa de biomassa seca acima do solo da Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda,
município de Feijó, estado do Acre / por Marcus Vinicio Neves d'Oliveira ...
[et al]. – Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2020.

44 p.: il. color. – (Documentos / Embrapa Acre, ISSN 0104-9046; 163).

1. Manejo florestal – Acre. 2. Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda – Feijó.
3. Oliveira, Marcus Vinicio Neves d'. I. Embrapa Acre. II. Série.

CDD (21. ed.) 634.92098112

Autores

Marcus Vinicio Neves d'Oliveira

Engenheiro florestal, Ph.D. em Manejo Florestal, pesquisador
da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Antônio Willian Flores de Melo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências de Florestas
Tropicais, professor da Universidade Federal do Acre, Campus
Floresta, Cruzeiro do Sul, AC

Eufran Ferreira do Amaral

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas,
pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Moacir Haverroth

Biólogo, doutor em Saúde Pública, pesquisador da Embrapa
Acre, Rio Branco, AC



Apresentação

Esta publicação é fruto de uma atividade de pesquisa ligada a um projeto mais amplo que foi desenvolvido na Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda, em duas etapas, entre 2011 e 2019, coordenado pela Embrapa Acre e com a colaboração de diversas parcerias institucionais.

Trata-se de um trabalho inédito em terra indígena que fornece subsídios para a valoração de serviços ecossistêmicos que podem servir de base para o aperfeiçoamento dos planos de gestão territorial e ambiental e para projetos de compensação visando ao fortalecimento das comunidades e seu modo de vida tradicional, atendendo a critérios da legislação específica. Essas populações têm sido as que mais preservam seu ambiente natural que, no caso da Amazônia, é formado, basicamente, por florestas. Há uma retroalimentação positiva entre conservação ambiental e fortalecimento cultural, garantindo a manutenção de seu modo de vida, com base em sua cosmovisão, e a interdependência entre sustentabilidade econômica, cultural e ambiental.

Dessa forma, este trabalho pode servir de base para outras terras indígenas e unidades de conservação com o objetivo de ampliar as bases de dados e apoiar projetos que contribuam tanto para os planos de gestão como para a melhoria da qualidade de vida de suas populações, respeitando, sempre, seus conhecimentos tradicionais e sua cultura como um todo.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), 15 (Vida Terrestre) e 17 (Parcerias e Meios de Implementação). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas e que tem o apoio da Embrapa para que sejam atingidas.

Eufran Ferreira do Amaral
Chefe-Geral da Embrapa Acre



Sumário

Introdução.....	9
Metodologia	12
Descrição da área de estudo	12
Coleta de dados em parcelas permanentes.....	13
Coleta de dados LiDAR.....	15
Processamento dos dados LiDAR	15
Imagens de satélite	16
Escalonamento do modelo de BSAS LiDAR	17
Resultados	17
Inventário florestal	17
Modelo de regressão para estimativa de BSAS entre parcelas permanentes e dados LiDAR	19
Modelo escalonado de BSAS da área amostrada por LiDAR para a área da TIKNO por meio do uso de imagens de satélite.....	21
Discussão	23
Importância do mapa de BSAS para a comunidade Kaxinawá.....	23
Modelo aplicado para a estimativa de BSAS na TIKNO	25
Recomendações.....	25
Referências	26
Anexo I	31
Anexo II	42



Introdução

Neste trabalho, por meio da combinação de dados de campo e sensores remotos, foi produzido um mapa com a estimativa da biomassa seca acima do solo em alta resolução para a Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda (TIKNO). A estimativa de parâmetros estruturais de grandes áreas de florestas tem sido facilitada pela emergência de ferramentas de sensoriamento remoto como o LiDAR (light detection and ranging), a disponibilidade de imagens de sensores orbitais ativos (radares de abertura sintética – synthetic aperture radar – SAR) e passivos (óticos) que permitem o escalonamento das estimativas do nível de parcelas para paisagem (Asner et al., 2010; Xu et al., 2017). Perfilamento a laser ou LiDAR vem sendo usado em florestas temperadas desde o início dos anos 1990 para avaliação de parâmetros estruturais de floresta (e.g. Nelson et al., 1988; Næsset, 1997; Lefsky et al., 2002; Næsset et al., 2004; Andersen et al., 2006; Beets et al., 2011). A utilização do LiDAR em florestas tropicais é bem mais recente, especialmente para estudos ecológicos, avaliação de estoques de carbono (e.g. Drake et al., 2002, 2003; Asner et al., 2009; Kennaway et al., 2008; Asner et al., 2010) e planejamento e monitoramento de operações florestais em florestas tropicais (Oliveira et al., 2012; Andersen et al., 2014). Mais recentemente, a aplicação de algoritmos “machine learning”, capazes de automatizar a construção de modelos analíticos, identificar padrões e tomar decisões com o mínimo de intervenção humana, tem permitido a construção de modelos de predição mais robustos que os obtidos por meio da análise estatística paramétrica tradicional (Saatchi et al., 2017).

Mapas de biomassa ou volume são referências essenciais para o planejamento florestal e, em caso de florestas públicas, para definição de políticas de manejo e conservação. Neste trabalho, foi produzido um mapa de vegetação de alta resolução e acurácia para dar suporte ao Programa ISA Carbono que integra o Sistema Estadual de Incentivo a Serviços Ambientais do Acre.

O Sistema Estadual de Incentivo a Serviços Ambientais do Acre representa uma das primeiras políticas públicas que incluem REDD+ jurisdicional no mundo, um Instituto de Mudanças Climáticas (como agente regulador) e uma Companhia de Desenvolvimento de Serviços Ambientais (como agente de negócios), além de uma Comissão Externa de Monitoramento (Ceva).

Um dos seus componentes é o Programa ISA Carbono (que se pauta no carbono florestal), compatível com meta e linhas de base regionais, que abrange território estadual e visa beneficiar mais de 30 mil famílias rurais. A implementação inicial ocorre em áreas prioritárias com potencial de altos benefícios ambientais a baixo custo. É um processo altamente participativo de desenho que envolveu os beneficiários e outros grupos de interesse. A inserção dentro de um arcabouço maior, em que outros serviços tais como a biodiversidade e processos hidrológicos estão sendo valorizados, já atraiu apoio de diversas fontes financeiras, e as perspectivas futuras para financiamento são promissoras (O Sistema de incentivos..., 2013).

A TIKNO está localizada no município de Feijó, estado do Acre, no alto Rio Envira. Os Kaxinawá de Nova Olinda se organizam por meio da Associação dos Seringueiros, Agricultores e Artesãos dos Kaxinawá de Nova Olinda (ASPAKNO) e fazem parte da Organização dos Povos Indígenas do Rio Envira (OPIRE), envolvendo as quatro etnias do município de Feijó (Kaxinawá, Shanenawa, Ashaninka e Kulina). A comunidade Kaxinawá de Nova Olinda, nos últimos anos, busca maior visibilidade e reforço de sua identidade cultural *Huni Kuin* (autodenominação dos Kaxinawá).

Além de sua diversidade cultural, essa região encontra-se entre as 385 áreas consideradas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade da Amazônia brasileira (Capobiano et al., 2001).

A TIKNO vem sendo palco de diversas ações de políticas públicas e de projetos nos últimos anos, os quais têm tido grande importância no fortalecimento dessa comunidade. Antes disso, a TIKNO tinha pouquíssima visibilidade e havia sérios problemas internos, baixa produção de alimentos, distância muito grande dos roçados em relação às moradias devido à presença de gado bovino, pouquíssima inserção de lideranças da comunidade nos movimentos e organizações indígenas locais e regionais. Após a conquista de demarcação da TIKNO, devido à luta de antigas lideranças, surge uma nova geração nascida já em território demarcado, porém, sem a experiência de oposição alternativa contra a exploração dos seringalistas e pela demarcação das terras indígenas no Acre. A TIKNO foi formada, inicialmente, por uma população que vivia ao longo do Rio Envira e mais alguns parentes de outras regiões que, sob a liderança de Nilo Martins da Silva (falecido em fevereiro

de 2015) e Manoel Galdino da Silva, se organizaram, inicialmente, em duas aldeias (Nova Olinda e Formoso), ocupando, assim, as partes baixa e alta da TIKNO, respectivamente, ao longo do Rio Envira.

Em 2009 e 2010, já dentro das políticas públicas do governo do estado do Acre, houve o trabalho de etnomapeamento da TIKNO. Essa base de conhecimento local da TIKNO serviu de referência para a elaboração do *Plano de gestão territorial e ambiental da TIKNO* (não publicado) e, a partir de 2010, para um projeto de pesquisa e desenvolvimento pela Embrapa Acre. Assim, a Embrapa Acre desenvolveu dois projetos sequenciais na TIKNO (2011–2014 e 2015–2019) envolvendo atividades de pesquisa e transferência de tecnologia utilizando metodologias participativas, com parcerias importantes com o governo do estado do Acre e com a Ufac, Unesp/Botucatu e Unaerp, em projetos complementares.

Com isso, a comunidade passou a se fortalecer, renovou sua organização e emergiram novas lideranças no contexto local e estadual. Teve início a formação efetiva de agentes agroflorestais indígenas das comunidades da TIKNO e, ao longo desses projetos, houve importante aumento e diversificação da produção de alimentos, inserindo-se no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), por meio do qual passaram a comercializar parte de sua produção. A partir de uma experiência de participação dos agentes agroflorestais em uma *Feira de Sementes do Povo Krahô*, em Tocantins, em 2013, por meio do projeto da Embrapa e apoio da Seaprof e Funai/CR Alto Purus, os Kaxinawá de Nova Olinda resolveram criar a *Feira de Troca de Sementes*, a qual vem acontecendo, desde o ano de 2014, no mês de maio, na aldeia Nova Olinda, reunindo indígenas e ribeirinhos do Rio Envira e de outras terras indígenas do Acre e mesmo de outros estados.

Todas essas mudanças têm reflexos diretos nos serviços ecossistêmicos da comunidade dos Kaxinawá de Nova Olinda, refletindo na melhor qualidade de vida deles e de toda a população do entorno. Um dos pontos fundamentais a serem atingidos é a garantia de segurança e soberania alimentar das comunidades envolvidas, geração de renda com a venda de parte da produção agrícola e do artesanato, sempre associado ao fortalecimento cultural tradicional do povo, o que reflete diretamente na conservação da floresta e do ambiente como um todo, já que, assim, ocorre uma retroalimentação positiva desse processo, considerando que, historicamente, os povos indígenas e,

particularmente, os Kaxinawá, tendem a conservar a natureza, uma vez que esta é condição inerente à sua sobrevivência cultural e étnica.

O projeto da Embrapa Acre junto à TIKNO buscou estudar o etnoconhecimento e as práticas ligados aos recursos naturais e à agrobiodiversidade, promover sua valorização por meio de ações de intercâmbio e troca de saberes, investir em melhorias dos sistemas produtivos e extrativistas, na conservação de recursos genéticos e nos serviços ecossistêmicos. O grupo possui boa organização social e política e tem buscado o fortalecimento da identidade cultural, ao mesmo tempo em que se preocupa com a conservação da floresta. Assim, a Embrapa Acre foi demandada a dar suporte às lideranças Kaxinawá dessa TI para alcance de seus objetivos. Um dos desafios tem sido mostrar como o diálogo entre o etnoconhecimento e o conhecimento técnico-científico pode dar respostas positivas à gestão territorial e ambiental, melhorar a oferta de alimentos, conservar recursos genéticos importantes, valorizar a cultura local e valorar os serviços ecossistêmicos prestados à luz da legislação específica do estado. Para solucionar as questões colocadas, a proposta foi estruturada em planos de ação contendo atividades relacionadas com vegetais utilizados como recursos terapêuticos e rituais; agrobiodiversidade e produção de alimentos; serviços ecossistêmicos; mapeamento, análise genética e manejo de açaí e outras palmeiras; manejo e utilização da taboca como alternativa ao etnodesenvolvimento; intercâmbio, comunicação e extensão; oficinas de troca de saberes; produção de material impresso e visual dirigido ao grupo e divulgação.

Metodologia

Descrição da área de estudo

A TIKNO fica localizada no município de Feijó, região centro-sul do Acre (Figura 1A). Foi criada pelo Decreto nº 294, de 29 de outubro de 1991, tem uma superfície de 27.533 ha e um perímetro de 99.348 m (Fundação Nacional do Índio, 2018). Atualmente, há cinco aldeias (Nova Olinda, Formoso, Porto Alegre, Boa Vista e Novo Segredo), com população de 535 pessoas.

O acesso à TIKNO, a partir de Rio Branco, AC, é pela Rodovia BR-364, em uma viagem de 4 horas de duração até a cidade de Feijó. A viagem até a TIKNO, a partir de Feijó, tem que ser feita via fluvial pelo Rio Envira. Na estação chuvosa, a navegabilidade é melhor. De batelão, um barco típico da região, com motor de rabeta a diesel, a viagem dura 3 dias na subida e 1 dia e meio na descida. Com lancha do tipo voadeira, com motor a gasolina, é possível chegar à aldeia no mesmo dia, com duração média de 10 horas de subida, porém, com baixa capacidade de carga e maior custo.

A TIKNO é habitada por uma população jovem e em crescimento, em um contexto de novas tecnologias e maior escolaridade, com poucas possibilidades de renda fora da TI, e que passa por um processo de valorização da própria cultura. Há alta percentagem de cobertura florestal, com solo relativamente fértil, mas com baixa capacidade de retenção de água e baixo teor de matéria orgânica (Amaral et al., 2015).

Coleta de dados em parcelas permanentes

Em 2016, foram instaladas, aleatoriamente, 12 parcelas permanentes de 1 ha (100 m x 100 m) em uma área de 1.000 ha dentro da TIKNO (Figura 1A). A área amostrada foi a mesma coberta com LiDAR aerotransportado. Cada parcela foi subdividida em 16 subparcelas de 625 m² (25 m x 25 m) (Figura 1B). Todas as árvores com diâmetro à altura do peito ≥ 10 cm foram plaqueteadas, identificadas por parabolânicos e medidos os DAP. A posição dos vértices das parcelas foi obtida por meio de DGPS (Javad Triumph I. datum WGS 84, UTM 19L) com precisão submétrica. A biomassa seca acima do solo (BSAS) foi calculada para árvores individuais pela equação 1 (Melo, 2017).

$$BSAS = ((DAP)^{2,671} * 0,064) / 1.000 \text{ (equação 1)}$$

Onde:

BSAS = biomassa seca acima do solo expressa em Mg ha⁻¹

DAP = diâmetro à altura do peito (cm)

0,064 = intercepto da curva ajustada usando a massa seca das árvores

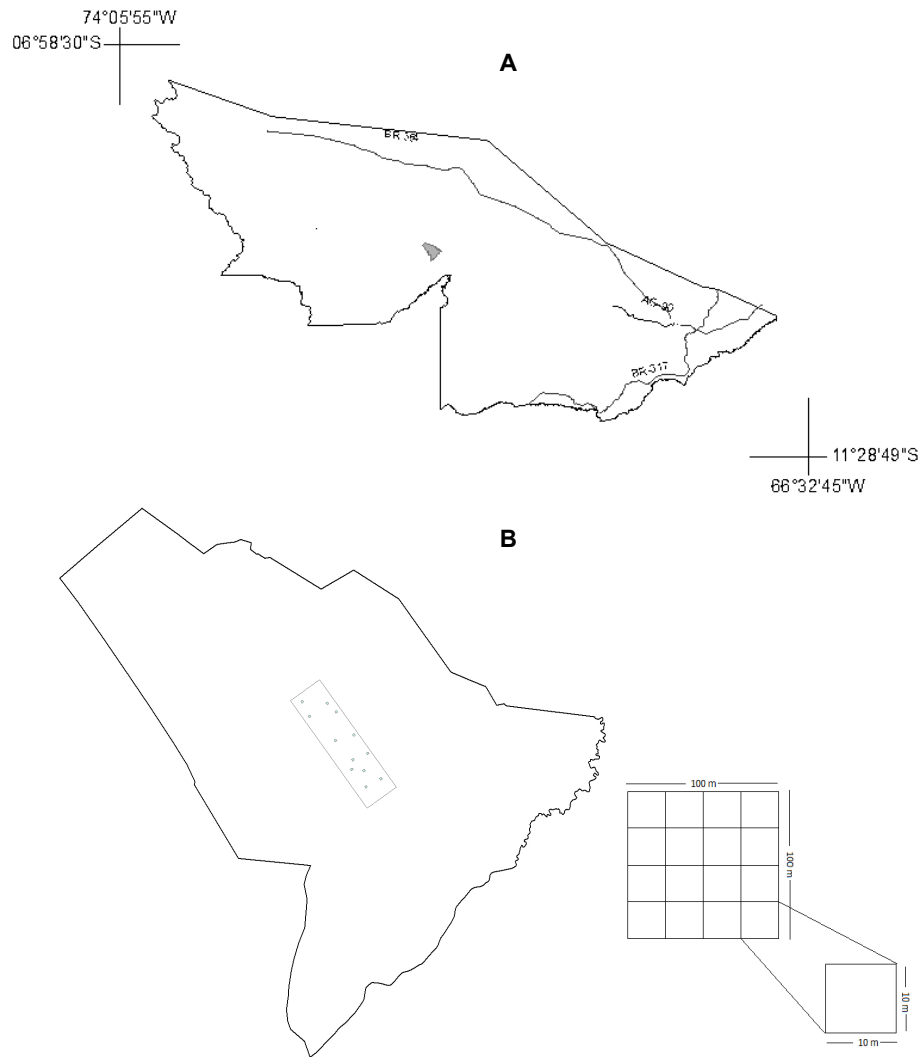


Figura 1. Localização da Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda (TIKNO) no estado do Acre (A); à esquerda, polígono da TIKNO, mostrando a área coberta por LiDAR aerotransportado (1.000 ha, retângulo no centro da imagem) e as 12 parcelas permanentes instaladas, e, à direita, ilustração do formato da parcela utilizada (B).

Coleta de dados LiDAR

O sobrevoo LiDAR foi realizado em 2015 por uma aeronave CESSNA, modelo 206, equipada com sensor Lidar Harrier 68i Trimble, com frequência de 300 k.seg⁻¹, ângulo de escaneamento de até 22° e pegada (*footprint*) de aproximadamente 30 cm no solo. A densidade média de retornos foi de 14 pts.m², com número mínimo de retornos superior a 4 pts.m² em mais do que 99% da área. A velocidade média da aeronave foi de aproximadamente 200 km/h, a uma altura de 600 metros, com largura de faixa de aproximadamente 500 metros e sobreposição (*overlap*) de 50%. As nuvens de pontos foram adquiridas em formato LAS.

Processamento dos dados LiDAR

Os dados LiDAR foram processados no ambiente do software R usando script adaptado de Longo et al. (2016), que também permitiu acessar ferramentas do software FUSION (McGaughey, 2016). A partir dos dados LiDAR, foram produzidos três modelos básicos: a) modelo digital de superfície (MDS), composto por todos os dados LiDAR usados para definir a superfície do dossel; b) modelo digital do terreno (MDT), composto somente pelos retornos que atingiram o solo filtrados da nuvem de pontos, representando a topografia da área coberta pelo LiDAR; e c) modelo de altura do dossel (MDA), resultado da subtração do MDT do MDS.

Para a produção do modelo de BSAS LiDAR, os retornos LiDAR incidentes nas 12 parcelas estabelecidas nas áreas de estudo foram extraídos do conjunto geral de pontos, criando um arquivo individual para cada parcela. O modelo de elevação do terreno foi subtraído de cada retorno para remover a variação topográfica na parcela. A partir desses dados, foram calculadas as métricas descritivas das nuvens de pontos LiDAR para cada parcela, usando todos os retornos acima de 1 m de altura. A altura mínima de 1 m acima do solo foi utilizada para reduzir o ruído da nuvem dos pontos próximos do solo causado pelo sub-bosque e imperfeições na filtragem dos pontos do solo. A altura ≥ 2 m foi utilizada para calcular métricas de cobertura de dossel. As métricas LiDAR das parcelas foram unidas aos dados de biomassa mensurados no campo para ajustar modelos de regressão no ambiente do software R (R Core Team, 2016). Foram desenvolvidos modelos lineares paramétricos

usando o método de seleção de subconjuntos de dados (Miller, 1984; Oliveira et al., 2012; Andersen et al., 2014; Longo et al., 2016).

O modelo de regressão produzido a partir das variáveis preditoras (métricas LiDAR) produzidas no FUSION (McGaughey, 2016) foi utilizado para mapear a biomassa acima do solo com resoluções de 100 m, usando o pacote R raster (Hijmans, 2016) para a área com cobertura LiDAR.

Imagens de satélite

Para a construção do polígono da delimitação da área da TIKNO, foram usadas as coordenadas geográficas (datum WGS 1984, UTM 19L) definidas pela demarcação final da área (Fundação Nacional do Índio, 2017). O polígono da área foi dividido em uma grade de 100 m x 100 m usado como referência para o mapa de 1 ha de resolução. Para a construção do modelo, foram usados: a) dados de reflectância Landsat-8 bandas: B2 (azul), B3 (verde), B4 (vermelho), B5 (infravermelho próximo), B6 (SWIR – short wave-length infrared) e B7 (SWIR2); b) modelo digital de elevação (DEM – digital earth model) derivado do SRTMv3 (shuttle radar topography mission); e c) Sentinel 2 banda 9 (water vapor). A banda 9 do Sentinel 2 foi usada como referência para determinação de cursos d'água. A essas áreas foi atribuído valor zero para BSAS.

Para o processamento dos dados dos satélites, foram agregadas as 7 bandas do Landsat-8, DEM do SRTM e a B9 do Sentinel à grade de referência de resolução espacial de 100 m. Os índices de vegetação de uso consolidado NDVI (normalized difference vegetation index, Krieger et al., 1969) e EVI (enhanced vegetation index, Huete et al., 2006) foram calculados a partir das bandas 4, 5 e 2 do Landsat-8 (equação 2 e equação 3). O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) foi usado por ser sensível à clorofila e o EVI por ser mais responsivo às variações estruturais do dossel. Esses dois índices se complementam em estudos de vegetação e melhoram a detecção de mudanças de vegetação (Huete et al., 2002).

$$\text{NDVI} = (B5 - B4) / (B4 + B5) \text{ (equação 2)}$$

$$\text{EVI} = G * (B5 - B4) / (B5 + (C_1 * B4) - (C_2 * B2) + 1) \text{ (equação 3)}$$

Onde:

$$G = 2,5$$

$$C_1 = 6$$

$$C_2 = 7,5$$

O DEM (digital earth model) produzido pelo SRTM foi calibrado para a área por meio de uma regressão com o MDT gerado com os dados LiDAR ($y = 1,1257x - 14,902$; $R^2_{\text{adj.}} = 0,92$; $N = 1.094$; $EP = 4,81$; $F = 12.793$).

Escalonamento do modelo de BSAS LiDAR

O modelo LiDAR de biomassa (variável dependente) foi combinado com as imagens de satélite (variáveis preditoras) e o algoritmo geo-espacial “machine learning” Random Forest (Breiman, 2001; Hudak et al., 2012) usado para prever a biomassa acima do solo na área coberta pelo voo LiDAR. Dados das bandas de radar e reflectância foram usados como variáveis preditoras. O modelo produzido pelo Random Forest foi exportado para toda a área de estudo.

Resultados

Inventário florestal

As parcelas permanentes foram instaladas apenas em áreas cobertas por floresta primária. A densidade média foi de $350,0 \pm 13$ árvores por hectare ($DAP \geq 10$ cm). A biomassa seca acima do solo (BSAS) variou entre $140,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $504,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ com média de $225,0 \text{ Mg ha}^{-1} \pm 27,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Tabela 1). As variações da BSAS representaram as principais fisionomias florestais da área com transições entre floresta aberta com bambu (tabocas) e floresta densa, normalmente seguindo a topografia do terreno. A estrutura da floresta da TIKNO é semelhante a outras florestas do sudoeste da Amazônia brasileira, sendo predominantemente aberta e com estoque de BSAS relativamente baixo quando comparada às florestas da Amazônia Oriental.

As espécies foram identificadas pelo seu nome vulgar, no entanto, de acordo com os parabolíticos da região, é possível estimar que, no inventário, foram encontradas 183 espécies, pertencentes a 145 gêneros e 56 famílias (Anexo I). Além das espécies comuns às florestas de terra firme foram encontradas também espécies típicas de áreas inundadas como açacu (*Hura crepitans* L.), jacareúba (*Calophyllum brasiliensis* Cambess) e piranheira (*Piranhea trifoliata* Baill.). Por ser uma floresta predominantemente aberta, também foi encontrada uma população relativamente alta de espécies pioneiras (aproximadamente 8,5% da população) e palmeiras (aproximadamente 10% da população total). Devido ao limite mínimo de amostragem (10 cm de DAP), apenas sete espécies de palmeiras foram identificadas. A mais comum foi o cocão (*Attalea tessmannii* Burret.) (Anexo I). Apesar da área não poder ser objeto de exploração madeireira, foi observada a presença de 38 espécies madeireiras compondo um volume médio de aproximadamente 54 m³ ha⁻¹, o que pode ser considerado relativamente alto quando comparado a outras florestas da região.

Tabela 1. Biomassa seca acima do solo (BSAS), expressa em megagrama (1 Mg = 1.000 kg) por hectare (Mg ha⁻¹), e número de árvores (N, DAP ≥ 10 cm) observados nas parcelas permanentes instaladas na TIKNO.

Parcela	BSAS (Mg ha ⁻¹)	N
1	155,20	366
2	187,85	271
3	477,82	300
4	250,67	379
5	210,03	340
6	195,08	375
7	194,68	351
8	227,90	342
9	264,39	367
10	184,52	428
11	217,66	396
12	134,20	290
Média	225,0	350
Erro padrão	27,69	13

Modelo de regressão para estimativa de BSAS entre parcelas permanentes e dados LiDAR

Os valores de BSAS estimados pelo modelo baseado nas métricas das nuvens de pontos de dados LiDAR extraídas dos polígonos das PP e os valores de BSAS observados nas PP em campo (Tabela 2) apresentaram elevada correlação com R² ajustado de 0,87 e erro padrão de 41,84 Mg ha⁻¹. A equação foi construída tendo apenas a métrica elevação média (Elev L1) como variável independente. Esse ajuste ainda não foi tão bom quanto os obtidos em florestas temperadas (e.g. Means et al., 1999; Reutebuch et al., 2003; Lim; Treitz, 2004), mas acima dos obtidos em outras florestas tropicais (e.g. Drake et al., 2002 ab; Kennaway et al., 2008; Asner et al., 2009) e mesmo da região (Oliveira et al., 2012; Andersen et al., 2014).

Tabela 2. Estatísticas da análise de regressão dos valores de biomassa seca acima do solo (BSAS) previstos pelo modelo gerado a partir da nuvem de pontos dos dados LiDAR e a BSAS observada nas parcelas permanentes (N = 12) instaladas na TIKNO.

R	0,94					
R ²	0,89					
R ² ajust.	0,87					
EP	31,0					
N	12					
ANOVA						
	gl.	SQ	MQ	F	Fsig.	
Reg.	1	83.273	83.273	47,57	0,00	
Resíduo	10	17.503	1.750			
Total	11	100.777				
	Coef.	EP	Stat t	P	95% inf.	95% sup.
Intersec.	-139,23	42,26	-3,29	0,008	-233,39	-45,07
Elev L1	19,39	2,20	8,82	4,97E-06	14,49	24,28

Elev L1 representa a média de altura de todos os retornos da nuvem de pontos dos dados LiDAR acima de 1 m extraída das PP. A altura dos retornos foi obtida pela subtração do valor de elevação de cada retorno da elevação ao nível de solo obtida pelo modelo digital do terreno (MDT).

O escalonamento desse modelo para toda a área coberta pelo voo LiDAR, com resolução de 1 ha (Figura 2), produziu estatísticas de regressão entre os valores de BSAS observados nas parcelas permanentes e o estimado pelo modelo semelhantes às produzidas entre as parcelas permanentes e às métricas da nuvem de pontos LiDAR (Tabela 3). A elevada acurácia desse “censo florestal” promovida pelo escalonamento do modelo LiDAR para toda a área amostrada indica a possibilidade de escalonamento desse modelo também para outras florestas da região com características estruturais semelhantes, onde existam dados LiDAR disponíveis, mas não dados de calibração de campo. Essa possibilidade também já foi reportada por Drake et al. (2003) em florestas no Panamá (Barro Colorado Island), na Costa Rica (La Sielva) e no estado do Acre (Oliveira; Oliveira, 2017).

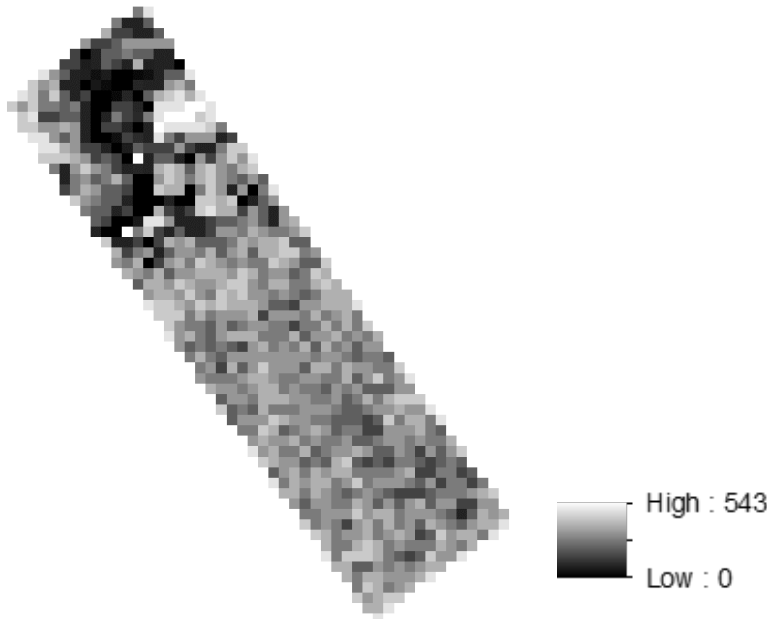


Figura 2. Modelo LiDAR com os valores previstos para biomassa seca acima do solo (BSAS) escalonado da área das parcelas permanentes instaladas na TIKNO para toda área (1.000 ha) amostrada pelo voo LiDAR com resolução de 1 ha.

Na escala de cinza da imagem, a BSAS aumenta das áreas mais escuras para as mais claras.

Tabela 3. Estatísticas da análise de regressão dos valores de biomassa seca acima do solo (BSAS) previstos pelo modelo LiDAR escalonado das parcelas permanentes (PP) para toda área amostrada com LiDAR aerotransportado e a BSAS observada nas PP (N = 12) instaladas na TIKNO.

R	0,93							
R²	0,87							
R²ajust.	0,86							
EP	35,22							
N	12							
ANOVA								
	gl.	SQ	MQ	F	Fsig.			
Reg.	1	88.366	88.366	71,20	0.00			
Resíduo	10	12.410	1.241					
Total	11	100.777						
	Coef.	EP	Stat t	P	95% inf.	95% sup.	Inf. 95.0%	Sup. 95.0%
Intersec.	20,11	27,91	0,72	0,48	-42,07	82,30	-42,07	82,30
Elev L1	0,91	0,10	8,43	0,00	0,67	1,157	0,67	1,157

Elev L1 representa a média de altura de todos os retornos da nuvem de pontos acima de 1 m dos dados LiDAR calculada na resolução de 100 m x 100 m. A altura do retorno foi obtida pela subtração do valor de elevação de cada retorno da elevação ao nível de solo obtida pelo modelo digital do terreno (MDT).

Modelo escalonado de BSAS da área amostrada por LiDAR para a área da TIKNO por meio do uso de imagens de satélite

Os resultados do processamento são mostrados no Anexo II desta publicação. As variáveis independentes usadas para compor o modelo de final de predição produzido pelo Random Forest (RF), por ordem de importância, foram: DEM (SRTM), NDVI, EVI. Ao final do processamento, o R²ajust. foi 0,43 com EP de 57,46 Mg ha⁻¹ para métricas de treinamento; R²ajust. 0,78 e EP de 32,87 Mg ha⁻¹ para métricas de validação; e R²ajust. 0,70 e EP de 33,98 Mg ha⁻¹ para predição. A validação do modelo aplicado em toda área TIKNO foi feita correlacionando os valores de BSAS do RF com os obtidos pelo modelo LiDAR (Figura 3A) e com o observado nas parcelas de campo (Figura 3B). Em ambos os casos, foi confirmada a boa performance do modelo RF para

a estimativa de BSAS desenvolvido para a área da TIKNO. O mapa final de BSAS produzido para a TIKNO (Figura 4) apresentou uma BSAS média de $224,0 \pm 38,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, representando um total de 6.237.632 Mg para toda a área (27.852 ha).

No gradiente do azul para o vermelho, as áreas azuis representam zonas de BSAS mais baixas e as vermelhas mais altas. O Rio Envira aparece como células em branco representando biomassa igual a zero.

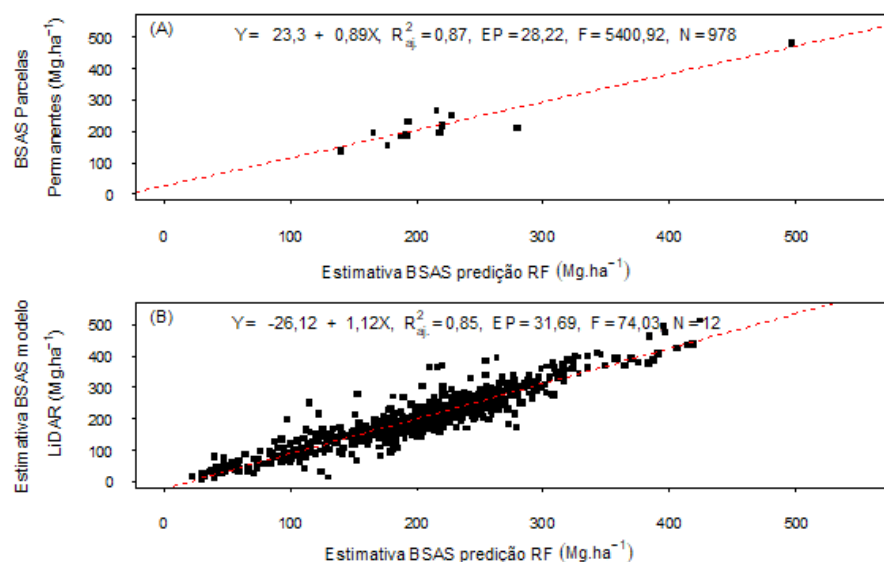


Figura 3. Valores de BSAS previstos pelo RF versus valores de BSAS observados nas parcelas permanentes instaladas na TIKNO (A); valores previstos de biomassa seca acima do solo (BSAS) pelo modelo produzido pelo algoritmo Random Forest (RF) versus valores de BSAS estimados pelo modelo derivado dos dados LiDAR (B).

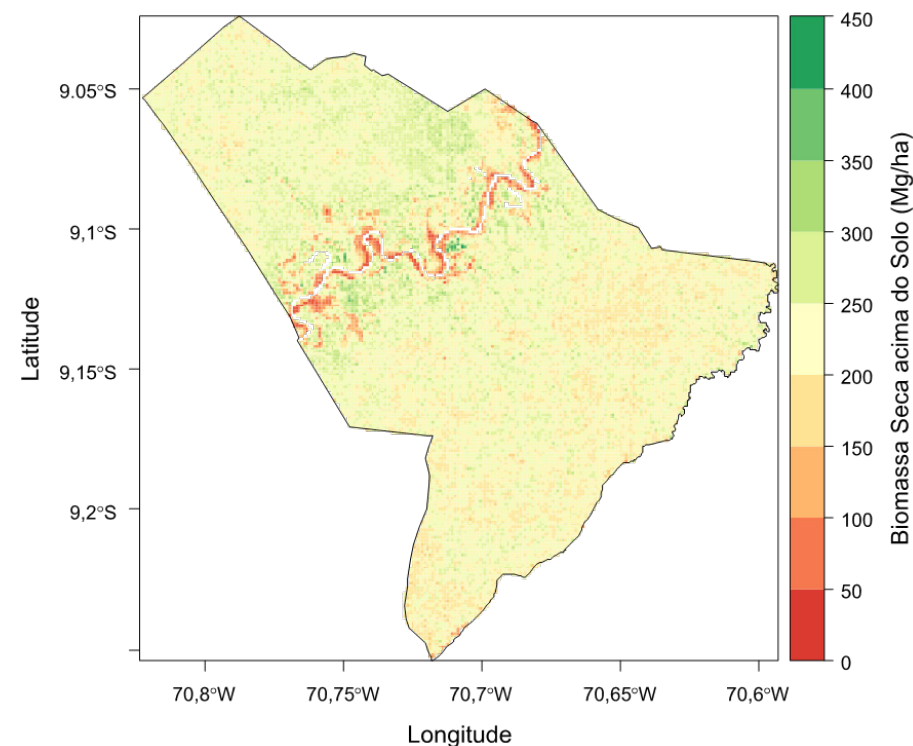


Figura 4. Mapa de BSAS da TIKNO construído por meio do algoritmo Random Forest, tendo, como coluna de resposta, o modelo de BSAS produzido com os dados LiDAR e, como entradas, imagens SRTM (DEM corrigido pelo MDT LiDAR); e imagens Landsat-8.

Discussão

Importância do mapa de BSAS para a comunidade Kaxinawá

Na TIKNO, predominam as Florestas Ombrófilas Abertas, com árvores de médio e grande porte, com ocorrência de cipós, bambus, bromélias e orquídeas. As florestas abertas com bambu (FAB) ocupam 3,2% do território e as florestas abertas com palmeiras (FAP) ocupam 94,2%. As áreas antrópicas se distribuem no eixo do Rio Envira e ocupam 2,6% da área. A

associação de floresta aberta com palmeira + floresta aberta com bambu e floresta densa ocupa 75,0% da TIKNO. Essa floresta apresenta dominância da floresta aberta com palmeiras, bem como manchas de floresta aberta com bambu e manchas de floresta densa (Acre, 2010).

Os resultados permitem associar biomassa às tipologias florestais e definir variabilidade dentro das tipologias (Tabela 4). Há uma grande variabilidade da BSAS dentro das tipologias florestais. A que apresentou maior variação (397,0 Mg ha⁻¹) foi a floresta aberta com palmeira aluvial, em função do mosaico de ambientes que inclui áreas sujeitas à inundação periódica que, normalmente, apresentam menor BSAS (26,7 Mg ha⁻¹) e áreas de terra firme com estoques de BSAS que podem chegar a 423,6 Mg ha⁻¹. A média de biomassa dessa tipologia foi de 233,8 Mg ha⁻¹.

Tabela 4. Estatísticas espaciais dos valores de biomassa seca acima do solo (BSAS) previstos pelo modelo LiDAR na TIKNO nas tipologias florestais de ocorrência local.

Cobertura do solo	Área	Biomassa seca acima do solo (Mg ha ⁻¹) ⁽¹⁾					
		Min.	Máx.	Variação	Média	Desvio padrão	Total
Áreas antrópicas	734,8	22,7	356,9	334,2	131,3	67,2	84.711,3
Floresta aberta com bambu dominante	877,9	77,8	301,8	224,0	202,9	27,9	175.102,0
Floresta aberta com palmeira aluvial	5.355,0	26,7	423,6	397,0	233,8	54,0	1.193.650,0
Floresta aberta com palmeira + floresta aberta com bambu + floresta densa	20.943,7	67,6	358,2	290,6	225,9	26,6	4.702.260,0

⁽¹⁾Mg = Megagrama.

A floresta aberta com bambu dominante apresentou média de biomassa de 202,9 Mg ha⁻¹, com uma variabilidade de 224,0 Mg ha⁻¹, e a associação floresta aberta com palmeira + floresta aberta com bambu + floresta densa apresentou média de biomassa de 225,9 Mg ha⁻¹, com uma variabilidade de 290,6 Mg ha⁻¹.

Com os dados espacializados de biomassa, obteve-se o estoque total armazenado e protegido pelos Kaxinawá (6.071.012,0 Mg ha⁻¹) nas áreas

florestais da TIKNO, podendo constituir a base de negociação para se estabelecer um sistema de pagamento por serviços ambientais local com maior acurácia e efetividade.

Modelo aplicado para a estimativa de BSAS na TIKNO

A construção do modelo de predição de BSAS seguiu o padrão de outros estudos semelhantes em florestas tropicais (ex. Asner, 2009, 2012). O fato de o estudo ter sido realizado em escala relativamente pequena permitiu a utilização de uma única imagem Landsat-8 como referência, selecionada apenas pela proximidade da data da realização do inventário florestal e do voo LiDAR sobre a área de estudo e da ausência de nuvens. Uma aplicação que pode ser considerada uma inovação foi a correção do DEM (digital earth model) produzido pelo SRTM feita a partir do modelo digital do terreno (MDT) produzido com os dados LiDAR. Essa correção melhorou a acurácia do DEM e, por consequência, o modelo de predição de biomassa produzido pelo RF.

Como alternativa ao uso de sensores orbitais, MDT e MDS (modelo digital de superfície), produzidos com imagens de SAR aerotransportado, podem, igualmente, ser usados para o escalonamento de estoques de biomassa ou qualquer outro parâmetro estrutural da floresta a partir de dados LiDAR (Oliveira; Locks, 2018).

Recomendações

No presente trabalho foi apresentado um modelo de fácil replicabilidade para a construção de mapas de vegetação de alta resolução e acurácia. Mapas de biomassa de alta resolução possuem largo espectro de aplicações, como o pagamento de serviços ambientais e a determinação de áreas de produção, conservação e preservação em florestas públicas e privadas.

Os autores sugerem que mapas, como o apresentado neste trabalho, sejam produzidos para outras áreas de interesse, tais como florestas estaduais, reservas extrativistas, assentamentos e terras indígenas, como forma de, por um lado, dar suporte às políticas públicas de meio ambiente e, por outro, promover a melhoria da gestão das áreas designadas para o manejo florestal sustentável.

Referências

ACRE. (Estado). Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Fase II (escala**

1:250.000): documento síntese. 2. ed. Rio Branco, AC: Sema, 2010. 356 p.

AMARAL, E. F.; HAVERROTH, M.; BARDALES, N. G.; FRANKE, I. L.; OLIVEIRA, T. K.

Classificação e uso do solo no contexto cultural dos Kaxinawá na Terra Indígena Kaxinawá de Nova Olinda, Feijó, Acre. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 95-114, jan./ago. 2015.

ANDERSEN, H. E.; REUTEBUCH, S. E.; MCGAUGHEY, R. J. Active remote sensing. In: SHAO, G.; REYNOLDS, K. (Ed.). **Computer applications in sustainable forest management**.

Dordrecht: Springer-Verlag, 2006. p. 43-66.

ANDERSEN, H. E.; REUTEBUCH, S. E.; MCGAUGHEY, R. J.; OLIVEIRA, M. V. N. d'; KELLER,

M. Monitoring selective logging in western Amazonia with repeat LIDAR flights. **Remote Sensing of Environment**, v. 151, p. 157-165, Aug. 2014.

ASNER, G. P.; HUGHES, R. F.; VARGA, T. A.; KNAPP, D. E.; BOWDOIN, T. K. Environmental and biotic controls over aboveground biomass throughout a tropical rain forest. **Ecosystems**, v. 12, p. 261-278, 2009.

ASNER, G. P.; MASCARO, J.; MULLER-LANDAU, H. C.; VIEILLEDENT, G.; VAUDRY, R.; RASAMOELINA, M.; HALL, J. S.; BREUGEL, M. van. A universal LIDAR approach for tropical forest carbon mapping. **Oecologia**, v. 168, p. 1147-1160, 2012.

ASNER, G. P.; POWELL, G. V. N.; MASCARO, J.; KNAPP, D. E.; CLARK, J. K.; JACOBSON, J.; KENNEDY-BOWDOIN, T.; BALAJI, A.; PAEZ-ACOSTA, G.; VICTORIA, E.; SECADA, L.; VALQUI, M.; HUGHES, R. F. High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 38, p. 16738-16742, Sept. 2010.

BEETS, P.; REUTEBUCH, S.; KIMBERLEY, M.; OLIVER, G.; PEARCE, S.; MCGAUGHEY, R. Leaf area index, biomass carbon and growth rate of radiata pine genetic types and relationships with LiDAR. **Forests**, v. 2, p. 637-659, 2011.

BREIMAN, L. Random forests. **Machine Learning**, v. 45, p. 5-32, 2001.

CAPOBIANCO, J. P. R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A.; SAWYER, D.; SANTOS, J.; PINTO, L. P. (Org.). **Biodiversidade na Amazônia brasileira**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2001.

DRAKE, J. B.; DUBAYAH, R. O.; KONX, R. G.; CLARCK, D. B.; BLAIR, J. B. Sensitivity of large-footprint lidar to canopy structure and biomass in a neotropical rainforest. **Remote Sensing Environmental**, v. 81, n. 2/3, p. 378-392, Aug. 2002a.

DRAKE, J. B.; DUBAYAH, R. O.; CLARCK, D. B.; KONX, R. G.; BLAIR, J. B.; HOFTON, M. A.; CHAZDON, R. L.; WEISHAMPEL, J. F.; PRINCE, S. Estimation of tropical forest structural characteristics using large-footprint lidar. **Remote Sensing Environmental**, v. 79, n. 2/3, p. 305-319, Feb. 2002b.

DRAKE, J. B.; KONX, R. G.; DUBAYAH, R. O.; CLARCK, D. B.; CONDITS, R.; BLAIR, J. B.; HOFTON, M. A. Above-ground biomass estimation in closed canopy Neotropical forest using lidar remote sensing: factors affecting the generality of relationships. **Global Ecology and Biogeography**, v. 12, p. 147-159, 2003.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. Coordenação Regional do Juruá. **Limites revisados TI Kaxinawá Nova Olinda**. Cruzeiro do Sul, AC, 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. **Kaxinawá de Nova Olinda**. 2018. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>>. Acesso em: 19 out. 2018.

HIJMANS, R. J. **Raster Geographic Data Analysis and Modeling**. 2016. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/raster/index.html>>. Acesso em: 19 out. 2019.

HUDAK, A. T.; STRAND, E. K.; VIERLING, L. A.; BYRNE, J. C.; EITEL, J. H. U.; MARTINUZZI, S.; FALKOWSKI, M. J. Quantifying aboveground forest carbon pools and fluxes from repeat LiDAR surveys. **Forest Ecology and Management**, v. 123, p. 25-40, Aug. 2012.

HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1/2, p. 195-213, Nov. 2002.

HUETE, A. R.; DIDAN, K.; SHIMABUKURO, Y. E.; RATANA, P.; SALESKA, S. R.; HUTYRA, L. R.; YANG, W.; NEMANI, R. R.; MYNENI, R. Amazon rainforests green-up with sunlight in dry season. **Geophysical Research Letters**, v. 33, L06405, Mar. 2006.

HYYPÄ, J.; HYYPÄ, H.; LECKIE, D.; GOUGEON, F.; YU, X.; MALTAMO, M. Review of methods of small-footprint airborne laser scanning for extracting forest inventory data in boreal forests. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, n. 5, p. 1339-1366, 2008.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Povos indígenas no Brasil**. Disponível em: <<http://pib.socioambiental.org>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

KENNAWAY, T. A.; HELMER, E. H.; LEFSKY, M. A.; BRANDEIS, T. A.; SHERRILL, K. R. Mapping land cover and estimating forest structure using satellite imagery and coarse resolution lidar in the Virgin Islands. **Journal of Applied Remote Sensing**, v. 2, 023551, Dec. 2008.

KRIEGLER, F. J.; MALILA, W. A.; NALEPKA, R. F.; RICHARDSON, W. Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 6., 1969, Michigan. **Proceedings...** 1969. Michigan: University of Michigan, p. 97-131.

LEFSKY, M. A.; COHEN, W. B.; HARDING, D. J.; PARKER, G. G.; ACKER, S. A.; GOWER, S. T. Lidar remote sensing of above-ground biomass in three biomes. **Global Ecology and Biogeography**, v. 11, p. 393-399, 2002.

LIM, K. S.; TREITZ, P. M. Estimation of above ground forest biomass from airborne discrete return laser scanner data using canopy-based quantile estimators. **Scandinavian Journal of Forest Research**, v. 19, n. 6, p. 558-570, 2004.

LONGO, M.; KELLER, M.; SANTOS, M. N. dos; LEITOLD, V.; PINAGÉ, E. R.; BACCINI, A.; SAATCHI, S.; NOGUEIRA, E. M.; BATISTELLA, M.; MORTON, D. C. Aboveground biomass variability across intact and degraded forests in the Brazilian Amazon. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 30, n. 11, p. 1639-1660, 2016.

MCGAUGHEY, R. J. **FUSION/LDV**: Software for LIDAR data analysis and visualization. Washington, DC: USDA. Forest Service. Pacific Northwest Research Station, 2016. 154 p. Disponível em: <<http://forsys.cfr.washington.edu/fusionlatest.html>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

MEANS, J. E.; ACKER, S. A.; HARDING, D. J.; BLAIR, J. B.; LEFSKY, M. A.; COHEN, W. B.; HARMON, M. E.; MCKEE, W. A. Use of large-footprint scanning airborne lidar to estimate forest stand characteristics in 4th the Western Cascades of Oregon. **Remote Sensing of Environment**, v. 67, p. 298-308, 1999.

MELO, A. W. F. de. **Alometria de árvores e biomassa florestal na Amazônia Sul-Occidental**. 2017. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

NÆSSET, E. Estimating timber volume of forest stands using airborne laser scanner data. **Remote Sensing of Environment**, v. 61, n. 2, p. 246-253, 1997.

NÆSSET, E.; GOBAKKEN, T.; HOLMGREN, J.; HYYPPÄ, H.; HYYPPÄ, J.; MALTAMO, M.; NILSSON, M.; OLSSON, H.; PERSSON, A.; SÖDERMAN, U. Laser scanning of forest resources: the nordic experience. **Scandinavian Journal of Forest Research**, v. 19, n. 6, p. 482-499, 2004.

NELSON, R.; KRABILL, W.; TONELLI, J. Estimating forest biomass and volume using airborne laser data. **Remote Sensing of Environment**, v. 24, n. 2, p. 247-267, 1998.

OLIVEIRA, M. V. N. d'; REUTEBUCH, S. E.; MCGAUGHEY, R. J.; ANDERSEN, H. Estimating forest biomass and identifying low-intensity logging areas using airborne scanning lidar in Antimary State Forest, Acre State, Western Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v. 124, p. 479-491, Sept. 2012.

OLIVEIRA, M. V. N. d'; OLIVEIRA, L. C. Comparação de modelos lidar para a estimativa de biomassa seca acima do solo de florestas com diferentes históricos de perturbação natural ou antrópica no Estado do Acre. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18., 2017, Santos. **Anais...** Santos, Inpe: 2017. p. 2892-2899. Disponível: <<http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2017/09.25.14.55/doc/goto/sid.inpe.br/marte2/2017/10.27.12.51.50>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

OLIVEIRA, M. V. N. d'; LOCKS, C. J. Potencial do uso de SAR aerotransportado para modelagem do terreno e da biomassa acima do solo em região de floresta tropical. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos. **Anais...** Santos, Inpe: 2019. p. 1855-1858. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2019/papers/potencial-do-uso-de-sar-aerotransportado-para-modelagem-do-terreno-e-da-biomassa-acima-do-solo-em-regiao-de-floresta-tro>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

O SISTEMA de incentivos por serviços ambientais do Estado do Acre, Brasil: lições para políticas, programas e estratégias de REDD jurisdicional. [Brasília, DF]: WWF-Brasil, 2013. 92 p. (WWF Estudo BR).

R DEVELOPMENT Core Team. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2011.

REUTEBUCH, S. E.; MCGAUGHEY, R. J.; ANDERSEN, H. E.; CARSON, W. W. Accuracy of a high-resolution lidar terrain model under a conifer forest canopy. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 29, n. 5, p. 527-535, 2003.

SAATCHI, S.; XU, A.; MEYER, V.; FERRAZ, Y.; SHAPIRO, A.; WITTEGER, L.; LEE, M.; TSHIBASU, E.; BANKS, N. **Carbon map of DRC**: a summary report of UCLA Institute of Environment & Sustainability. Los Angeles: UCLA, 2017. 62 p.

XU, L.; SAATCHI, S. S.; SHAPIRO, A.; MEYER, V.; FERRAZ, A.; YANG, Y.; BASTIN, J.; BANKS, N.; BOECKX, P.; VERBEECK, H.; LEWIS, S. L.; MUANZA, E. T.; BONGWELE, E.; KAYEMBE, F.; MBENZA, D.; KALAU, L.; MUKENDI, F.; ILUNGA, F.; EBUTA, D. Spatial distribution of carbon stored in forests of the Democratic Republic of Congo. **Nature Scientific Reports**, v. 7, 15030, 2017.

Anexo I. Lista de espécies presentes nas parcelas permanentes instaladas na Terra Indígena Kaxinawá Nova Olinda.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Abiurana-amarela	<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth.) Gilg.	Achariaceae	0,17	0,20	0,26	2	3,07
Abiurana-branca	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	Sapotaceae	3,25	1,18	1,33	39	15,98
Abiurana-cagaça	<i>Ecclinusa</i> sp. Mart.	Sapotaceae	0,42	0,89	1,69	5	20,30
Abiurana-de-massa	<i>Urbanella</i> sp. Aubl.	Sapotaceae	0,58	0,62	0,77	7	9,25
Abiurana-de-quina	<i>Platypodium</i> sp. Vogel	Fabaceae	0,83	0,80	0,98	10	11,79
Abiurana-rosa	<i>Micropholis</i> sp. (Griseb.) Pierre	Sapotaceae	0,75	0,48	0,72	9	8,67
Abiurana-sabiá	<i>Chrysophyllum prieurii</i> A. DC.	Sapotaceae	4,75	1,90	2,04	57	24,50
Açacu	<i>Hura crepitans</i> L.	Euphorbiaceae	0,67	0,84	1,25	8	15,05
Açaí	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Arecaceae	1,08	0,21	0,17	13	2,08
Acariquara	<i>Minquartia</i> sp.	Oleaceae	0,17	0,06	0,06	2	0,69
Acariquara-branca	<i>Geissospermum reticulatum</i> A.H. Gentry	Apocynaceae	0,42	0,23	0,27	5	3,20
Acariquara-de-igapó	<i>Siparuna</i> sp. Aubl.	Siparunaceae	1,67	0,85	0,97	20	11,62
Algodão-bravo	<i>Ochroma pyramidale</i> Urb.	Malvaceae	0,58	0,20	0,20	7	2,35
Amarelão	<i>Aspidosperma vargasii</i> A. DC.	Apocynaceae	0,08	0,14	0,18	1	2,14
Angelca	<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	Putranjivaceae	14,42	4,07	4,03	173	48,37
Angelim	<i>Hymenolobium</i> sp. Benth.	Fabaceae	1,33	1,93	3,38	16	40,58
Angico	<i>Piptadenia</i> sp. Benth.	Fabaceae	0,67	1,49	2,45	8	29,42
Apuí	<i>Ficus</i> sp. L.	Moraceae	1,50	5,33	9,11	18	109,36

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m ³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Apuí-amarelo	<i>Ficus polyantha</i> Warb.	Moraceae	0,67	1,84	3,15	8	37,77
Araçá-bravo	<i>Eugenia</i> sp. L.	Myrtaceae	1,42	0,24	0,21	17	2,57
Araçá-goiaba	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Myrtaceae	0,17	0,03	0,02	2	0,25
Araticum-cagão	<i>Annona densicoma</i> Mart.	Annonaceae	0,08	0,04	0,04	1	0,48
Aricuri	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Arecaceae	7,17	2,90	2,85	86	34,22
Aroeira	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Anacardiaceae	1,33	1,10	1,38	16	16,51
Ata	<i>Rollinia exsucca</i> DC. ex Dunal	Annonaceae	1,75	0,80	0,84	21	10,03
Bacuri	<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart.	Clusiaceae	2,17	0,52	0,48	26	5,72
Bacuri-de-espinho	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Clusiaceae	0,17	0,23	0,33	2	3,98
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Fabaceae	1,33	0,82	0,98	16	11,80
Breu-de-tucano	<i>Cupania</i> sp. L.	Sapindaceae	0,33	0,09	0,08	4	0,93
Breu-maxixe	<i>Trichilia</i> sp. P. Browne	Meliaceae	1,92	0,75	0,84	23	10,03
Breu-mescla	<i>Tetragastris</i> sp. Burm. f.	Burseraceae	4,00	0,89	0,80	48	9,63
Breu-pitomba	<i>Toulícia</i> sp. Aubl.	Sapindaceae	1,17	0,22	0,19	14	2,28
Breu-sucuruba	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Burseraceae	0,33	0,04	0,03	4	0,38
Burra-leiteira	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Euphorbiaceae	5,25	2,37	2,62	63	31,39
Butijão	<i>Cavanillesia</i> sp. Ruiz & Pav.	Malvaceae	0,25	1,06	1,86	3	22,37
Buxixu-folha-grande	<i>Bellucia</i> sp. Neck. ex Raf.	Melastomataceae	0,92	0,09	0,06	11	0,76

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m ³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Cabelo-de-cutia	<i>Banara nitida</i> Spruce ex Benth.	Salicaceae	0,58	0,13	0,13	7	1,53
Cacau-da-mata	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	5,25	0,75	0,59	63	7,13
Caferana	<i>Casearia</i> sp. Jacq.	Salicaceae	1,08	0,10	0,08	13	0,94
Cafezinho	<i>Ampelocera ruizii</i> Kuhlman	Ulmaceae	0,67	0,96	1,52	8	18,19
Cajá	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	2,00	3,63	5,61	24	67,31
Calango-cego	Não identificado	Verbenaceae	0,08	0,19	0,26	1	3,18
Canafistula	<i>Schizolobium amazonicum</i> Hub.	Fabaceae	1,08	0,38	0,38	13	4,55
Canela-de-velho	<i>Rinorea pubiflora</i> (Benth.) Sprague & Sandwith	Violaceae	4,17	0,30	0,21	50	2,50
Capa-bode	<i>Bauhinia</i> sp. L.	Fabaceae	1,42	0,33	0,30	17	3,59
Capança	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae	1,42	0,16	0,12	17	1,50
Capitiú	<i>Mollinedia</i> sp. Ruiz & Pav.	Monimiaceae	0,25	0,03	0,02	3	0,22
Capoeiro	<i>Goupia glabra</i>	Goupiaceae	0,25	0,36	0,48	3	5,74
Carapanaúba-amarela	<i>Aspidosperma auriculatum</i> Benth.	Apocynaceae	2,50	1,33	1,55	30	18,65
Carapanaúba-preta	<i>Aspidosperma oblongum</i> A.DC.	Apocynaceae	1,00	0,59	0,70	12	8,43
Caripé	<i>Licania</i> sp. Aubl.	Chrysobalanaceae	0,17	0,04	0,04	2	0,47
Caripé-roxo	<i>Licania arborea</i> Seem.	Chrysobalanaceae	1,00	0,42	0,48	12	5,75
Caripé-vermelho	<i>Licania apetala</i> (E. Mey.) Fritsch	Chrysobalanaceae	2,08	0,88	0,93	25	11,18
Castanha-de-porco	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	Euphorbiaceae	0,25	0,33	0,49	3	5,91

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m ³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº ár.	BSAS total
Caucho	<i>Castilla ulei</i> Warb.	Moraceae	1,67	0,91	1,06	20	12,70
Caucho-macho	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Moraceae	0,08	0,15	0,21	1	2,50
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	1,00	0,95	1,33	12	15,93
Cerejeira	<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A.C.Sm.	Fabaceae	0,17	0,43	0,69	2	8,28
Coaçu	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Polygonaceae	0,83	0,53	0,60	10	7,26
Cocão	<i>Attalea tesmannii</i> Burret.	Arecaceae	14,83	7,96	8,30	178	99,56
Copaíba	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	Fabaceae	0,08	0,01	0,01	1	0,10
Copinho	<i>Lafoensia</i> sp. Vand.	Lythraceae	0,42	0,29	0,33	5	3,91
Coração-de-boi	<i>Albizia</i> sp. Durazz.	Asteraceae	1,25	1,23	1,63	15	19,61
Cumaru-cetim	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae	0,08	0,14	0,18	1	2,22
Cumaru-ferro	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	0,17	0,67	1,13	2	13,61
Embiratanha	<i>Pseudobombax</i> sp. Dugand	Malvaceae	0,67	0,30	0,32	8	3,88
Envira-conduru	<i>Duguetia macrophylla</i> R.E. Fr.	Annonaceae	1,33	0,32	0,31	16	3,77
Envira-de-nambu	<i>Conchocarpus ucayalinus</i> (Huber) Kallunki & Pirani	Rutaceae	0,08	0,00	0,00	1	0,03
Envira-ferro	<i>Oxandra</i> sp. A. Rich.	Annonaceae	5,75	1,02	0,91	69	10,97
Envira-fôfa	<i>Guatteria</i> sp. Ruiz & Pav.	Annonaceae	1,25	0,31	0,31	15	3,67
Envira-iodo	<i>Ampelocera edentula</i> Kuhlms.	Ulmaceae	2,92	0,76	0,74	35	8,84
Envira-pente-de-macaco	<i>Apeiba petoumo</i> Aubl.	Malvaceae	1,25	1,27	1,88	15	22,56

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m ³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº ár.	BSAS total
Envira-piaca	Não identificado	Fabaceae	8,83	1,41	1,20	106	14,46
Envira-preta	<i>Ephedranthus guianensis</i> R.E. Fr.	Annonaceae	0,83	0,12	0,10	10	1,18
Envira-sapotinha	<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	Malvaceae	7,75	1,25	1,04	93	12,52
Envira-seda	<i>Schoenobiblus</i> sp.	Thymelaeaceae	0,08	0,00	0,00	1	0,03
Envira-vassourinha	<i>Xylopia</i> sp. L.	Annonaceae	1,42	0,30	0,27	17	3,23
Espinho-preto	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Fabaceae	2,33	0,89	0,94	28	11,24
Farinha-seca	<i>Celtis</i> sp. L.	Cannabaceae	2,92	0,78	0,76	35	9,07
Fava-roxa	<i>Jacaranda</i> sp. Juss.	Bignoniaceae	0,25	0,05	0,05	3	0,57
Feijão-bravo	<i>Ormosia</i> sp. Jacks.	Fabaceae	0,17	0,02	0,01	2	0,13
Freijó	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	2,08	0,27	0,22	25	2,60
Gabiúna	<i>Zizyphus itacaiensis</i>	Rhamnaceae	0,58	0,18	0,19	7	2,27
Gamelinha	<i>Ficus christianii</i> Carauta	Moraceae	0,17	0,05	0,04	2	0,50
Gogó-de-guariba	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Violaceae	2,33	0,44	0,39	28	4,68
Grão-de-galo	<i>Tabernaemontana</i> sp. L.	Apocynaceae	0,25	0,05	0,05	3	0,55
Guaribeiro	<i>Phyllocarpus riedelii</i> Tul.	Fabaceae	0,58	1,03	1,60	7	19,19
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae	4,00	2,46	3,40	48	40,76
Guariúba-roxa	<i>Clarisia</i> sp.	Moraceae	3,08	1,62	1,94	37	23,28
Imbaúba	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Urticaceae	0,67	0,12	0,10	8	1,18

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Imbaúba-branca	<i>Cecropia leucoma</i> Willd.	Urticaceae	1,83	0,51	0,47	22	5,68
Imbirindiba-amarela	<i>Terminalia</i> sp. L.	Combretaceae	3,92	2,06	2,31	47	27,69
Ingá	<i>Inga santaremnensis</i> Ducke	Fabaceae	0,08	0,05	0,03	1	0,35
Ingá-de-macaco	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	8,92	3,04	3,24	107	38,85
Ingá-facão	<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae	0,17	0,47	0,79	2	9,48
Ingá-mirim	<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	0,75	0,26	0,26	9	3,09
Inharé-amarelo	<i>Brosimum</i> sp. Sw.	Moraceae	2,42	1,04	1,19	29	14,28
Itaúba	<i>Mezilaureus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Lauraceae	0,25	0,55	0,77	3	9,30
Itaubarana	<i>Heisteria ovata</i> Benth.	Olacaceae	0,83	0,23	0,22	10	2,64
Jaca-brava	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	Moraceae	3,75	1,57	1,71	45	20,46
Jacareúba	<i>Calophyllum</i> sp.	Calophyllaceae	0,25	0,36	0,46	3	5,56
Jaci	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Arecaceae	0,33	0,33	0,38	4	4,60
Jaracatiá	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Caricaceae	0,75	0,72	0,90	9	10,84
Jitô-branco	<i>Guarea</i> sp.	Meliaceae	3,33	1,14	1,25	40	14,97
Jitô-da-várzea	<i>Guarea purusana</i> C. DC.	Meliaceae	2,50	5,08	7,62	30	91,39
João-mole	<i>Neea</i> sp. Ruiz & Pav.	Nyctaginaceae	9,25	1,66	1,48	111	17,71
Laranjinha	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Salicaceae	4,42	0,59	0,49	53	5,83
Limãozinho	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	1,08	0,47	0,54	13	6,46
Louro-abacate	<i>Ocotea myriantha</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	4,92	1,31	1,33	59	15,98

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Louro-amarelo	<i>Nectandra</i> sp. Rol. ex Rottb.	Lauraceae	5,83	0,86	0,73	70	8,80
Louro-preto	<i>Ocotea neesiana</i> (Miq.) Kosterm.	Lauraceae	1,58	0,32	0,30	19	3,65
Maçaranduba	<i>Manilkara bidentata</i> subsp. surinamensis (Miq.) T.D.Penn.	Sapotaceae	4,33	4,10	5,95	52	71,37
Maçarandubinha	<i>Manilkara</i> sp. Adans.	Sapotaceae	0,17	0,05	0,05	2	0,63
Macucu	<i>Hirtella</i> sp. L.	Chrysobalanaceae	6,17	2,05	2,11	74	25,36
Macucu-roxo	<i>Ouratea</i> sp.	Ochnaceae	0,08	0,32	0,50	1	6,03
Macucu-sangue	<i>Licania latifolia</i> Benth. ex Hook. f.	Chrysobalanaceae	0,08	0,01	0,01	1	0,11
Malva-branca	<i>Heliocarpus</i> sp.	Malvaceae	0,17	0,07	0,07	2	0,80
Manitê	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. bolivarense (Pittier) C.C.Berg	Moraceae	1,17	5,11	9,03	14	108,34
Maparajuba	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	3,75	4,58	7,33	45	87,91
Maraximbê-branco	<i>Trichilia poeppigii</i> C. DC.	Meliaceae	6,75	2,50	2,57	81	30,88
Maraximbê-vermelho	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Meliaceae	6,58	3,78	4,34	79	52,04
Marfim-fedorento	<i>Rauvolfia</i> sp. L.	Apocynaceae	0,33	0,60	0,85	4	10,21
Marupá-preto	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	0,17	0,09	0,09	2	1,11
Matamatá-amarelo	<i>Eschweilera</i> sp. Mart. ex DC.	Lecythidaceae	1,42	0,82	1,02	17	12,23
Matamatá-branco	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	Lecythidaceae	1,42	0,48	0,54	17	6,47
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae	0,08	0,06	0,06	1	0,77

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Morototó	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Araliaceae	0,25	0,08	0,08	3	0,91
Muiratinga	<i>Naucleopsis caloneura</i> (Huber) Ducke	Moraceae	0,58	0,08	0,07	7	0,81
Mulateiro	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.	Rubiaceae	3,92	4,17	6,52	47	78,26
Mulungu	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	Fabaceae	0,67	0,25	0,27	8	3,20
Murici-amarelo	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Malpighiaceae	1,17	0,75	0,87	14	10,49
Murici-vermelho	<i>Trichilia</i> sp.	Meliaceae	5,83	1,33	1,25	70	14,96
Murmuru	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	Arecaceae	5,75	0,79	0,62	69	7,41
Mutamba	<i>Guazuma</i> sp. Mill.	Malvaceae	10,00	2,55	2,37	120	28,44
Mututi	<i>Tapura juruana</i> (ule.) Rizz.	Dichapetalaceae	0,33	0,18	0,19	4	2,33
Não identificado	Não identificado	Não identificada	10,00	3,41	3,63	120	43,53
Orelha-de-burro	<i>Pausandra trianae</i> (Müll. Arg.) Baill.	Euphorbiaceae	4,33	0,34	0,23	52	2,80
Pama-amarela	<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul.	Moraceae	8,33	6,09	7,45	100	89,46
Pama-preta	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Moraceae	2,50	0,41	0,36	30	4,30
Patauí	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Arecaceae	0,08	0,02	0,02	1	0,22
Pau-alho	<i>Galesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Phytolaccaceae	1,00	1,18	1,64	12	19,68
Pau-brasil	<i>Simira tinctoria</i> Aubl.	Rubiaceae	0,08	0,06	0,06	1	0,77

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Pau-camaleão	<i>Acacia</i> sp. Mill.	Fabaceae	0,25	0,14	0,15	3	1,79
Pau-d'arco-amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	Bignoniaceae	3,92	1,53	1,66	47	19,90
Pau-d'arco-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	0,33	0,19	0,19	4	2,33
Pau-d'arquinho	<i>Galipea trifoliata</i> Aubl.	Rutaceae	0,33	0,05	0,04	4	0,49
Pau-de-remo	<i>Alseis</i> sp. Schott	Rubiaceae	2,25	1,48	1,91	27	22,97
Pau-estalador	<i>Rinoreaocarpus</i> sp. Ducke	Violaceae	0,58	0,07	0,06	7	0,67
Pau-garrote	<i>Pradosia</i> sp.	Sapotaceae	0,08	0,15	0,20	1	2,40
Pau-pirarucu	<i>Actinostemon amazonicus</i>	Euphorbiaceae	0,33	0,04	0,03	4	0,37
Pau-sangue	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	4,42	2,20	2,52	53	30,23
Paxiubão	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	6,17	2,02	1,96	74	23,49
Periquiteira	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	1,00	0,25	0,24	12	2,92
Peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Apocynaceae	0,08	0,33	0,52	1	6,29
Pimenta-longa	<i>Piper hispidum</i> Sw.	Piperaceae	0,08	0,00	0,00	1	0,03
Pintadinho	<i>Poeppigia procera</i> C. Presl	Fabaceae	0,25	0,13	0,13	3	1,62
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae	0,42	0,47	0,61	5	7,35
Piranheira	<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.	Euphorbiaceae	1,75	12,42	25,89	21	310,62
Pitaica	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	Fabaceae	0,92	0,35	0,37	11	4,46
Pitomba-dura	<i>Abuta</i> sp. Aubl.	Menispermaceae	1,75	0,27	0,23	21	2,75
Pracuúba-da-terra-firme	<i>Swartzia</i> sp.	Fabaceae	0,08	0,11	0,13	1	1,61

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m ³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Sabugueiro-bravo	<i>Sambucus</i> sp. L.	Adoxaceae	0,25	0,08	0,07	3	0,89
Samaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	0,17	0,37	0,53	2	6,35
Samaúma-barriguda	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae	1,92	2,82	4,31	23	51,71
Samaúma-preta	<i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum.	Malvaceae	0,92	1,88	3,29	11	39,48
Sapota	<i>Matisia</i>	Malvaceae	4,67	6,40	9,17	56	110,03
Seringarana	<i>Sapitum</i> sp. Jacq.	Euphorbiaceae	0,33	0,23	0,27	4	3,21
Sucupira-amarela	<i>Vatairea sericea</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae	0,25	0,02	0,01	3	0,17
Sucuuba	<i>Himatanthus sucuuba</i> (Vahl) Woodson	Apocynaceae	0,58	0,28	0,30	7	3,64
Taboquinha	<i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae	0,75	0,09	0,08	9	0,90
Tatajuba	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	0,17	0,16	0,21	2	2,52
Taxi	Não identificado	Não identificada	0,75	0,09	0,07	9	0,86
Taxi-vermelho	<i>Sclerobium</i> sp. Vogel	Fabaceae	0,08	0,03	0,03	1	0,33
Timbaúba	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Fabaceae	0,08	0,22	0,32	1	3,89
Torém-imbaúba	<i>Pourouma</i> sp.	Urticaceae	0,58	0,09	0,08	7	0,91
Ucuuba-folha-fina	<i>Virola multiflora</i> (Standl.) A.C. Sm.	Myristicaceae	2,25	0,86	0,97	27	11,61
Ucuuba-punã	<i>Iryanthera paradoxa</i> (Schwacke) Warb.	Myristicaceae	0,17	0,02	0,02	2	0,23

Continua...

Anexo I. Continuação.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Densidade (nº ha ⁻¹)	Vol. (m ³ ha ⁻¹)	BSAS (Mg ha ⁻¹)	nº árv.	BSAS total
Ucuuba-vermelha	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	Myristicaceae	0,17	0,12	0,15	2	1,77
Urtiga-branca	<i>Urera</i> sp. Gaudich.	Urticaceae	1,75	0,27	0,22	21	2,61
Urucurana	<i>Sloanea nitida</i> G. Don	Elaeocarpaceae	0,08	0,04	0,04	1	0,43
Urucurana-branca	<i>Sloanea</i> sp. L.	Elaeocarpaceae	1,17	1,10	1,61	14	19,34
Violeta	<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	Fabaceae	1,00	0,66	0,75	12	9,06
Xixá	<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum.	Malvaceae	1,50	0,66	0,71	18	8,53

Anexo II. Resultados do algoritmo Random Forest.

TRAINING_METRICS

<i>model</i>	drf-b95cc110-e41f-45f9-8a58-bc88d0924d5d
<i>model_checksum</i>	-638628636638471808
<i>frame</i>	Kax_Ref_Points_AGB_Lidar.hex_0.80
<i>frame_checksum</i>	-7118149459171150848
<i>description</i>	Metrics reported on Out-Of-Bag training samples
<i>model_category</i>	Regression
<i>scoring_time</i>	1576157000209
<i>predictions</i>	.
<i>MSE</i>	3301.810039
<i>RMSE</i>	57.461379
<i>nobs</i>	775
<i>custom_metric_name</i>	.
<i>custom_metric_value</i>	0
<i>r2</i>	0.430202
<i>mean_residual_deviance</i>	3301.810039
<i>mae</i>	44.048752
<i>rmsle</i>	0.346120

Continua...

Anexo II. Continuação.

- VALIDATION_METRICS

<i>model</i>	drf-b95cc110-e41f-45f9-8a58-bc88d0924d5d
<i>model_checksum</i>	-638628636638471808
<i>frame</i>	frame_0.250
<i>frame_checksum</i>	2442312218458364416
<i>description</i>	.
<i>model_category</i>	Regression
<i>scoring_time</i>	1576157000211
<i>predictions</i>	.
<i>MSE</i>	1080.575277
<i>RMSE</i>	32.872105
<i>nobs</i>	247
<i>custom_metric_name</i>	.
<i>custom_metric_value</i>	0
<i>r2</i>	0.784323
<i>mean_residual_deviance</i>	1080.575277
<i>mae</i>	24.704513
<i>rmsle</i>	0.189894

CROSS-VALIDATION METRICS

	<i>mean</i>	<i>sd</i>	<i>cv_1_val</i>	<i>cv_2_val</i>	<i>cv_3_val</i>	<i>cv_4_val</i>	<i>cv_5_val</i>
<i>mae</i>	43.152954	1.817094	46.11998	41.75793	42.736855	39.301792	45.84821
<i>mean_residual deviance</i>	3212.3599	239.76987	3583.57	3086.53	2986.48	2772.45	3632.74
<i>mse</i>	3212.3599	239.76987	3583.57	3086.53	2986.48	2772.45	3632.75
<i>r2</i>	0.4324598	0.0500324	0.44608	0.39621	0.47505	0.31874	0.52619
<i>residual deviance</i>	3212.3599	239.76987	3583.57	3086.53	2986.48	2772.45	3632.74
<i>rmse</i>	56.59894	2.1118453	59.8629	55.5565	54.6487	52.6540	60.2722
<i>rmsle</i>	0.3488784	0.0442810	0.40705	0.26661	0.34714	0.29426	0.42931

Continua...

Anexo II. Continuação.

VARIABLE IMPORTANCES

<i>variable</i>	<i>relative_importance</i>	<i>scaled_importance</i>	<i>percentage</i>
SRTM_corr	66709056.0	1.0	0.4476
LS_NDVI	42318100.0	0.6344	0.2839

PREDICTION

<i>model</i>	drf-b95cc110-e41f-45f9-8a58-bc88d0924d5d
<i>model_checksum</i>	-638628636638471808
<i>frame</i>	Kax_Ref_Points_AGB_Lidar.hex
<i>frame_checksum</i>	5297886358442274816
<i>description</i>	.
<i>model_category</i>	Regression
<i>scoring_time</i>	1576157904502
<i>predictions</i>	prediction-5194c476-2afa-4cde-ab1c-39b171513973
<i>MSE</i>	1154.450702
<i>RMSE</i>	33.977209
<i>nobs</i>	978
<i>custom_metric_name</i>	.
<i>custom_metric_value</i>	0
<i>r2</i>	0.800406
<i>mean_residual_deviance</i>	1154.450702
<i>mae</i>	24.216680
<i>rmsle</i>	0.21288



Apoio



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 15932